کاربرد مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره در رتبه‌بندی کیفی رودخانه‌ها در زمان رهاسازی بچه‌ماهی سفید *Ruitilus Frissi kutum* (مطالعه موردی سواحل ایرانی دریای خزر)

- **سامره باقری***: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **رسول قربانی:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **حسن فضلی:** پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، صندوق پستی:۹۶۱
- **عبدالرسول سلمان‌ماهینی:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **سید عباس حسینی:** گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

چکیده

با توجه به اهمیتی که منابع آب سطحی از نظر تولید مواد غذایی مورد نیاز جامعه، دارند، باید مدیریت آگاهانه‌ای را بر رودخانه‌ها در راستای توسعه پایدار اعمال نمود، تا علاوه بر حفاظت منابع آبی، محیطی مناسب جهت زیست انواع آبزیان را نیز فراهم نمود. اکثر رودخانه‌های سواحل ایرانی دریای خزر در گذشته، مکان تکثیر طبیعی ماهی سفید بوده، ولی در حال حاضر به‌دلایل مختلف، فقط برخی از این رودخانه‌ها از محل‌های اصلی مهاجرت بهاره ماهیان در سواحل ایرانی دریای خزر می‌باشند. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تغییرات کمی برخی از فاکتور مهم فیزیکوشیمیایی از قبیل کلر، سدیم، کلسیم، پتاسیم، اسیدیته، هدایت الکتریکی، سولفات، منیزیم و کل املاح محلول، در طی دوره زمانی ده ساله از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۱در مصب رودخانه های مهم حاشیه جنوبی دریای خزر و شناسایی مناسب‌ترین رودخانه جهت رهاسازی بچه‌ماهیان سفید صورت پذیرفت. در این راستا مهم‌ترین فاکتورهای محیطی موثر بر رهاسازی بچه‌ماهیان با استفاده از روش دلفی و تعیین درجه ارجحیت فاکتورها با استفاده از روش AHP صورت پذیرفت. سپس رودخانه‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد ارزیابی قرار گرفتند، به‌طوری‌که در گروه جبرانی مدل‌های تصمیم‌گیری چندصفتی، از زیرگروه نمره‌گذاری و امتیازدهی، روش مجموع ساده وزنی مورد استفاده قرار گرفت و جهت رسیدن به یک اجماع کلی از روش میانگین رتبه‌ها استفاده گردید. نتایج بررسی نشان داد که به‌طورکلی مصب رودخانه‌ها از نظر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در معرض تغییرات زیادی قرار دارند. هم‌چنین نتایج نشان داد که در بین روخانه‌های مورد بررسی، رودخانه گرگانرود، تجن و سفیدرود آلوده‌ترین و رودخانه چشمه‌کیله، خاله سرا و خشکرود بهترین رودخانه جهت رهاسازی بچه‌ماهان سفید در حاشیه جنوبی دریای خزر شناخته شدند.

کلمات کلیدی: تصمیم‌گیری چندمعیاره، رتبه‌بندی، شاخص فیزیکوشیمیایی، ماهی سفید، دریای خزر

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Samerehbagheri112@gmail.com

مقدمه

با وجودی که آب یکی از فراوان‌ترین ترکیباتی است که در طبیعت یافت می‌شود، عواملی چون توزیع ناهمگون جغرافیایی، عدم تطابق زمانی توزیع با الگوی مصرف آب و رشد روزافزون جمعیت جهان کمیت منابع آب در دسترس را کاهش داده است (Eduardo و همکاران، ۲۰۱۰). از طرفی توسعه شهرنشینی و افزایش آلودگی ناشی از تخلیه انواع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، شیرابه محل‌های دفن زباله موجب تغییر و تنزیل کیفیت آب‌ها شده است، بنابراین هم‌زمان با نیاز شدید به استفاده از منابع آب در دسترس، ضرورت توجه به حفاظت از آن در مقابل آلودگی احساس می‌شود (Simeonov و همکاران، ۲۰۰۸)، کیفیت آب در اکوسیستم‌های آبی به‌وسیله پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بررسی می‌شود (Sargaonkar و Deshpande، ۲۰۰۳). ارزیابی‌های محیط‌زیستی رودخانه‌ها، به شناسایی کلی از شرایط کیفی آن‌ها منجر می‌شود که به اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی کمک بسیاری می‌کند (Haiyan، ۲۰۰۳). امروزه جهت پایش و کنترل کیفی آب‌های سطحی، از شاخص‌های کیفی آب استفاده می‌شود. شاخص‌های کیفی با ساده‌سازی و کاهش اطلاعات خام و اولیه علاوه بر بیان کیفیت آب، روند تغییرات کیفی آب را در طول مکان و زمان نشان می‌دهند (Curtis، ۲۰۰۱). محققان مختلف روش‌های گوناگونی را در این خصوص پیشنهاد کرده‌اند. یکی از روش‌ها تعیین ضریب وزنی داده‌ها با روش آنتروپی است. این روش، به گونه‌ای است که برای هر مشخصه کیفی، در هر ایستگاه یک ضریب وزنی به‌دست می‌دهد (Liu و همکاران، ۲۰۱۰؛ Jianhua و همکاران، ۲۰۰۸). بررسی آلودگی و ارائه تصویر صحیح از وضعیت کیفی آب‌های سطحی علاوه بر افزایش مشارکت مردمی در حفظ سلامت و کیفیت آب‌های سطحی، ابزار مفیدی در اختیار قرار داده تا هر گونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست‌محیطی آن به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آب‌های سطحی کشور باشد، با آگاهی بیش‌تری اتخاذ شود و ضرورت اعمال شیوه‌های مدیریتی در هر نقطه مشخص می‌گردد (نصیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به این‌که تغییرات محیط‌زیست تحت تأثیر کاهش یا افزایش موادشیمیایی به آن است بنابراین لزوم داشتن یک استراتژی و برنامه مدون برای حفظ منابع آب و کنترل آلودگی‌های آن مسئله مهم در بخش‌های مدیریتی می‌باشد. کنترل و پایش آب‌های سطحی جهت مصارف مختلف آن، امری لازم و ضروری است تا آبی با کیفیت مناسب جهت مصارف مختلف در دسترس مصرف‌کنندگان قرار گیرد (میرمشتاقی و همکاران، ۱۳۹۰).

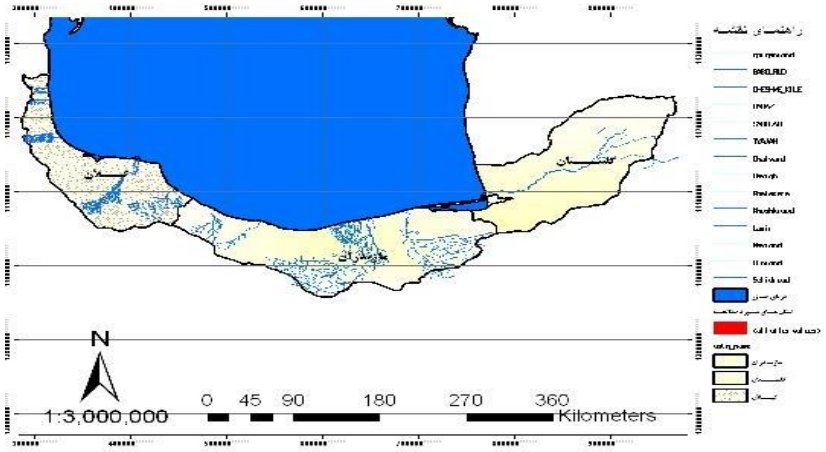
رودخانه‌هایی که در حوضه جنوبی دریای خزر واقع شده‌اند به‌عنوان محل‌های تخم‌ریزی ماهیان نقش مهمی در بقاء آن‌ها دارند (Berg، ۱۹۶۴) از طرفی اکثر ماهیان با ارزش شیلاتی دریای خزر مانند ماهی سفید، کپور و کلمه و تاسماهیان رود کوچ بوده و برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند (Holcick، ۱۹۸۹)، از طرفی ماهی سفید نیز مهم‌ترین ماهی استخوانی دریای خزر می‌باشد که رود کوچ بوده و برای تخم‌ریزی به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کنند (خانی‌پور و ولی‌پور، ۱۳۸۸)، لذا ویژگی‌های مصب رودخانه‌ها به‌عنوان محل‌های تخم‌ریزی ماهیان نقش مهمی در بقاء آن‌ها دارد و تخریب یا سالم‌سازی یک رودخانه می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی ذخایر ماهیان دریا تأثیر بگذارد. متأسفانه اکوسیستم‌های رودخانه‌ای به‌طور فزاینده تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته‌اند و باعث به‌خطر افتادن زندگی آبزیان گردیده است (واردی، ۱۳۸۱) و به‌دلیل آلودگی سواحل و رودخانه‌ها، صید بی‌رویه مولدین و عدم تکثیر مصنوعی و بازسازی ذخایر از طریق رهاسازی بچه‌ماهی سفید در این مناطق، کوچ تکثیر به این رودخانه‌ها به‌شدت کم شده و بسیار ناچیز است (خانی‌پور و ولی‌پور، ۱۳۸۸). در نتیجه برای نیل به اهداف احیاء رودخانه در جهت بازسازی ذخایر نیاز است استانداردهای کیفی آب برای آبزیان شناخته شود (فضلی، ۱۳۷۸)، بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت رودخانه‌ها، مقایسه آن‌ها و تعیین رودخانه‌های مناسب جهت رهاسازی بچه‌ماهی سفید در حاشیه دریای خزر براساس عوامل محیطی صورت پذیرفت، تا ضمن شناخت رودخانه‌های آلوده تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مناسب در مورد بازسازی ذخایر دریایی اخذ نمود. میرمشتاقی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص‌های کیفی پرداختند و بیان نمودند که محاسبه شاخص OWQI کیفیت بسیار بد آب رودخانه سفیدرود را در دوره مطالعه نشان داده است. هم‌چنین محاسبه شاخص NSFWQI در رودخانه سفیدرود نشان داد که میانگین این شاخص ۴۷/۵ بوده که نشان‌دهنده کیفیت بد آب این رودخانه است. گوهردوست و همکاران (۱۳۸۹) به ارزیابی وضعیت کیفی آب رودخانه گرگانرود با استفاده از شاخص کیفیت آب و استاندارد کیفیت آب ایران پرداختند و نتایج تحقیق نشان داد که کیفیت آب رودخانه ضعیف تا نسبتاً خوب برآورد شده و درصورت مصرف به‌عنوان آب شرب نیازمند اقدامات بهبود کیفیت می باشد. کاظم نژاد و همکاران (۱۳۸۹) طی مطالعه‌ای به بررسی منابع آلاینده رودخانه

سردآبرود پرداختند و بیان نمودند که کیفیت آب رودخانه سردآبرود به‌شدت به نوع سیمای سرزمینی که آن را فرا گرفته و حضور انسان بستگی دارد در تمامی ایستگاه‌های بررسی شده تمامی مشخصه‌های کیفی و عناصر سنگین براساس استانداردهای موجود می‌باشند. دریکوند و فرجی (۱۳۸۹) به بررسی و مطالعه کیفیت آب رودخانه سفیدرود از دیدگاه توان خودپالایی رودخانه پرداختند. بررسی ایشان نشان داد که رودخانه سفیدرود با معضل ورود انواع پساب‌های کشاورزی و فاضلاب شهری و صنعتی مواجه شده است به‌طوری‌که بعد از نمونه‌برداری از رودخانه مشاهده گردید که میزان شاخص سلامتی رودخانه رو به کاهش بوده و در نتیجه اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی افزایش پیدا کرده است. شاپوری و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به ارزیابی سریع کیفیت آب رودخانه گرگانرود بر پایه شاخص‌های زیستی پرداخت و بیان نمود که آب گرگانرود با توجه به مسیر طولانی که تا رسیدن به دریای خزر در قسمت‌هایی ازمسیر خود در معرض شدید آلودگی قرار می‌گیرد. این آلودگی در اثر دو عامل مهم می‌باشد. آلودگی طبیعی، آلودگی انسان ساخت. در اثر فرسایش خاک توسط آب، با هر بارندگی مقدار بسیار زیادی از خاک زمین‌های اطراف شسته شده و به‌همراه جریانات آبی وارد رودخانه می‌گردد به‌طوری‌که رودخانه درفصول سیلابی و پرآب به‌شدت گل‌آلود می‌باشد. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده از مواد بیوژن نیز گواه این مطلب است که رودخانه گرگانرود به‌دلیل سرعت جریان و دبی زیاد همراه با طغیان آب در ماه‌های پرآب سال که منجر به گل‌آلودگی شدید آن می‌شود دارای تراکم بنتیک کم‌تری نسبت به سایر رودخانه‌ها می‌باشد. موسوی و همکاران (۱۳۸۸) به ارزیابی کیفیت آب و تیپ هیدروشیمیایی رودخانه‌های نکا، تجن و سفیدرود از نظر شرب و کشاورزی، پرداختند. نتایج نشان داد که تمام رودخانه‌ها برای مصارف کشاورزی مناسب بوده اما برای شرب هرگز مناسب نمی‌باشند، به‌طورکلی تمام نمودارها نشان دادند که رودخانه تجن و سفیدرود از نظر کیفی دارای وضعیت مناسبی نمی‌باشند. واردی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای در قالب پروژه بررسی کمی و کیفی رهاسازی بچه‌ماهیان استخوانی به رودخانه‌های استان مازندران به بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه تجن پرداختند و فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آن را به تفکیک براساس استانداردهای آژانس حفاظت از محیط‌زیست طبقه‌بندی نمودند. نتایج نشان داد که در فصول بهار و تابستان حتی ماه‌های مهر و آبان به‌دلیل کاهش بارندگی و بهره‌برداری غیراصولی آب در زمان کشاورزی آب رودخانه حالت ماندابی و ساکن به‌خود گرفته و حتی در بعضی مواقع جریان آب از سمت دریا تا کیلومترها به‌سمت رودخانه (دینامیک معکوس) وضعیت فیزیکی و شیمیایی آب را تغییر داده و گاهاً عوامل محدودکننده به‌عنوان آلوده‌کننده شامل تخلیه فاضلاب‌های شهری و پساب صنایع، و شستشوی مزارع کودپاشی شده به درون روخانه آسیب جبران ناپذیری به رودخانه وارد می‌نماید. با توجه به نتایج به‌دست آمده رودخانه تجن در شرایط فعلی وضعیت مطلوبی برای رهاسازی بچه‌ماهیان نشان نداده است. عباس‌پور و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی شاخص زیستی و کیفیت آب رودخانه چشمه کیله شهرستان تنکابن با استفاده ازجوامع حشرات آبزی کفزی پرداخت. ایشان در این مطالعه ضمن بررسی کیفیت آب رودخانه چشمه کیله در سال ۹۰-۱۳۸۹ براساس مطالعات فون کفزیان رودخانه در چهار ایستگاه، برخی از فاکتورهای فیزیکی شیمیایی نظیر دمای آب BOD وTDS در ایستگاه‌ها اندازه‌گیری نمود. نتایج نشان داد که براساس شاخص زیستی HFBI در طول سال تمام ایستگاه‌ها دارای وضعیت کیفی خیلی خوب بوده و از شرایط مناسبی برخوردار می‌باشند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: در این تحقیق روند تغییرات عوامل فیزیکوشیمیایی در برخی از رودخانه‌های مهم حاشیه جنوبی دریای خزر مورد بررسی قرار گرفته شد. این رودخانه‌ها از مهم‌ترین رودخانه‌های سه استان شمالی کشور هستند که در آن‌ها رهاسازی بچه‌ماهیان سفید صورت گرفته و از لحاظ بازسازی ذخایر ماهی سفید نقش عمده‌ای دارند. در شکل۱ و جدول۱ موقعیت جغرافیایی هر کدام از رودخانه‌ها به تفکیک ارائه شده است.

نحوه جمع‌آوری اطلاعات: پس از انتخاب شاخص‌ها و وزن‌دهی فاکتورهای مهم و موثر در رهاسازی بچه‌ماهیان سفید از طریق روش دلفی، به‌منظور دستیابی به اهداف تحقیق ابتدا به جمع‌آوری داده‌های مربوط به وضعیت فیزیکوشیمیایی محل‌های رهاسازی بچه‌ماهیان سفید، نظیر سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات، اسیدیته، هدایت الکتریکی و کل املاح محلول از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۱ در رودخانه‌های مورد بررسی از شرکت آب منطقه‌ای استان‌های شمالی کشور پرداخته و پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری در محیط نرم‌افزار SPSS، داده‌ها به محیط نرم‌افزار Excel انتقال داده شدند.



شکل ۱: موقعیت رودخانه‌های مورد بررسی در حاشیه جنوبی دریای خزر

جدول ۱: رودخانه‌های مورد بررسی و مختصات جغرافیایی محل‌های مورد مطالعه

ردیف	نام رودخانه	استان	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	گرگانرود	گلستان	۷۵۵۹۸۹	۴۰۹۷۰۸۴
۲	تجن	مازندران	۶۸۸۶۲۰	۴۰۷۶۶۷۰
۳	بابلرود	مازندران	۶۴۷۴۳۳	۴۰۶۴۱۲۴
۴	چشمه کیله	مازندران	۴۸۴۳۲۴	۴۰۷۷۴۲۹
۵	سردابرود	مازندران	۵۳۵۰۸۰	۴۰۶۰۱۸۲
۶	حویق	گیلان	۳۱۷۰۵۲	۴۲۲۵۰۷۲
۷	چلوند	گیلان	۳۱۴۷۲۰	۴۲۴۰۳۰۰
۸	سفیدرود	گیلان	۴۰۶۳۸۰	۴۱۴۶۸۸۳
۹	خاله سرا	گیلان	۳۲۶۲۳۶	۴۱۷۴۷۵۰
۱۰	پلرود	گیلان	۴۴۴۹۷۱	۴۱۰۵۸۸۰
۱۱	ناورود	گیلان	۳۲۳۶۶۱	۴۱۸۰۶۱۰
۱۲	خشکرود	گیلان	۴۵۰۵۶۷	۴۱۰۱۳۹۵
۱۳	لمیر	گیلان	۳۱۵۴۸۲	۴۲۳۳۵۵۷

به‌منظور بررسی و مقایسه تطبیقی رودخانه‌ها از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره وضعیت کیفی رودخانه‌ها تعیین و مورد مقایسه قرار گرفتند. کلیه نمودارها در محیط نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

روش بررسی: در این پژوهش پس از انتخاب شاخص‌ها به‌منظور ارزیابی و رتبه‌بندی آن‌ها از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP (Analytical Hierarchy process) استفاده گردید. در نهایت رتبه‌بندی نهایی با استفاده از روش میانگین رتبه‌ها صورت پذیرفت. لازم به‌ذکر است، به‌منظور تعیین درجه اهمیت نسبی معیارها و شاخص‌ها از تکنیک‌های وزن‌دهی، روش آنتروپی مورد استفاده قرار گرفت. در زیر به‌طور مختصر روش‌های به‌کارگیری شده در ارزیابی رودخانه‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها تشریح می‌شوند.

روش دلفی: این روش در مواردی که دانشی نامطمئن و ناکامل در دسترس باشد، استفاده می‌گردد و قضاوت به متخصصان امر سپرده می‌شود. هدف از این روش دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان، به دفعات با توجه به بازخورد حاصل از آن‌ها صورت می‌پذیرد (عطائی، ۱۳۸۹).

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره: روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبنای عملکرد را بر پایه مقایسه گزینه‌های قرارمی‌دهند و به ۲ طبقه کلی تقسیم می‌گردند. به‌طوری‌که مدل‌های چندهدفی

غالباً به‌منظور طراحی و مدل‌های چندصفتی غالباً به‌منظور ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (توکلی، ۱۳۸۴) و شامل ۲ گروه غیرجبرانی (مبادله در بین شاخص‌ها مجاز نیست) و جبرانی (مبادله در بین شاخص‌ها مجاز است) می‌باشند. مدل‌های جبرانی شامل سه زیرگروه نمره‌گذاری و امتیازدهی، سازشی و هماهنگ می‌باشند (پورطاهری، ۱۳۸۹). در زیر روش وزن‌دهی ساده که از روش‌های امتیازدهی می‌باشد، تشریح می‌شود.

روش وزن‌دهی ساده: این روش توسط Hwang و Yoon (۱۹۸۱) ارائه گردید. این روش که با نام روش ترکیب خطی وزن‌دار نیز شناخته می‌شود، بر مبنای پارامترهای مرکزی در علم آمار شکل گرفته است. به بیان دیگر تابع مطلوبیت تصمیم گیرنده این تکنیک خطی است و قابلیت جمع‌پذیری شاخص‌ها تضمین شده است. مراحل این روش به‌صورت ذیل است:

- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

فرمول (۱)

$$X=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

(i=1,2,…,m)
(j=1, 2,…,n)

- بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری

فرمول (۲)

$$F=\begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}$$

$$r_{ij}=\frac{\min_i\{x_{ij}\}}{x_{ij}} \qquad r_{ij}=\frac{x_{ij}}{\max_i\{x_{ij}\}}$$

که X_{ij} نشان‌دهنده مقدار واقعی هر فاکتور فیزیکوشیمیایی مورد بررسی و r_{ij} مقدار بی‌مقیاس شده هر فاکتور می‌باشد.

انتخاب گزینه برتر

فرمول (۳)

$$A^*=\left\{A_i \mid \max_i \sum_{j=1}^{m} w_j r_{ij}\right\}$$

روش میانگین رتبه‌ها: در دنیای واقعی تصمیم‌گیرندگان جهت تصمیم‌گیری خود را محدود به یک روش نمی‌کنند و امکان دارد با استفاده از روش‌های متعدد به نتایج مختلف دست پیدا کنند. در این شرایط فنونی برای تلفیق نتایج تکنیک‌ها پیشنهاد شده است که عبارتند از روش میانگین رتبه‌ها، روش بردا (Borda) و روش کپ‌لند (Cape land). در روش میانگین رتبه‌ها برای هر گزینه، میانگین حسابی رتبه‌های به‌دست آمده با استفاده از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره تعیین می‌شود و بر این اساس گزینه‌ها اولویت‌بندی می‌شوند. بدیهی است که گزینه‌های با میانگین حسابی بالاتر در اولویت خواهند بود (عطائی، ۱۳۸۹).

نتایج

با توجه به این‌که هریک از فاکتورهای مورد بررسی در این روش از اهمیت یکسانی برخوردار نبودند، لذا به‌منظور خنثی نمودن اثر اهمیت هر شاخص، باید میزان اهمیت یا وزن آن‌ها مشخص گردد، لذا با توجه به این‌که از روش دلفی در مواردی که دانشی نامطمئن و ناکامل در مورد موضوعی وجود داشته باشد، استفاده می‌گردد، قضاوت در مورد میزان اهمیت هر شاخص به متخصصان امر سپرده شد. هدف از این روش دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان درباره اهمیت شاخص‌ها است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از ۳۱ نفر خبرگان، صورت پذیرفت. نتایج حاصله نشان داد که مهم‌ترین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مورد بررسی کلر، سدیم و سولفات با درجه اهمیت ۰/۱۹ و کم اهمیت‌ترین آن‌ها نیز اسیدیته و پتاسیم با درجه اهمیت ۰/۰۱ می‌باشند (جدول شماره ۲).

جدول ۲: نتایج وزن‌دهی فاکتورهای مورد بررسی با استفاده از روش دلفی

فاکتور	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	سولفات	کلر	اسیدیته	هدایت‌الکتریکی	کل‌املاح‌محلول	جمع
درجه اهمیت	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۱۷	۱

به‌منظور رتبه‌بندی رودخانه‌ها با استفاده از روش وزن‌دهی ساده در ابتدا مقادیر هریک از شاخص‌ها را در جدول ماتریس تصمیم‌گیری وارد کرده، که جدول ۳ به‌طور موردی ماتریس تشکیل شده در سال ۱۳۹۰ را نمایش می‌دهد.

سپس به‌منظور استانداردسازی داده‌ها مقادیر هریک از شاخص‌های مثبت بر مقدار ماکزیمم تقسیم و مقدار مینیمم بر مقادیر هریک از شاخص‌های منفی تقسیم گردید و جدول ماتریس استاندار ایجاد شد (جدول شماره ۴).

در مرحله آخر به‌منظور تعین امتیاز هریک از رودخانه‌ها میزان اهمیت یا وزن هر شاخص را که از طریق روش دلفی به‌دست آمد، در مقادیر جدول ماتریس استاندارد ضرب و جدول ماتریس استاندارد وزین ایجاد و نهایتاً امتیاز نهایی هر رودخانه که مجموع امتیازات شاخص‌های مختلف برای هر رودخانه در هر سال است به‌دست آمد (جدول شماره ۵).

جدول شماره ۳: جدول ماتریس تصمیم‌گیری مقادیر شاخص‌ها در سال ۱۳۹۰

ماتریس اولیه	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	سولفات	کلر	اسیدیته	هدایت‌الکترکی	کل املاح‌محلول
بابلرود	۰/۲۸۰	۲/۵۷۵	۲/۱۲۵	۳/۵۰۰	۱/۲۷۵	۲/۴	۲/۷۷۵	۸۳۵	۵۴۲/۷۵
حویق	۰/۰۲۸	۰/۳۸۰	۰/۴۱۲	۱/۰۳۰	۰/۲۱۱	۰/۲۳۹	۷/۵۶۶	۱۸۹/۸۹۴	۱۱۵/۳۱۹
چشمه کیله	۳/۵	۰/۰۱۰	۰/۱	۰/۷۵۰	۱/۵۵	۰/۳۵	۹/۴	۸/۹۵۰	۱۶۹
تجن	۰/۰۸۸	۴/۲۵۸	۲/۴۹۲	۳/۹۵۰	۵/۱۳۳	۴/۲	۷/۷۳۳	۱۱۰۴/۵۸۳	۶۹۶/۶۶۷
سفیدرود	۱/۲۰۵	۱/۵۴۹	۱/۰۰۱	۱/۹۱۰	۲/۲۹۸	۱/۵۹۶	۸/۲۳۳	۴۳۲/۱۴۲	۳۲۶/۹۹۵
سردابرود	۰/۰۱۸	۰/۱۵۰	۰/۶۵۰	۱/۲	۰/۱۸۸	۰/۲۳۸	۸/۳	۲۰۵/۶۲۵	۱۳۰/۱۲۵
پلرود	۰/۰۲۸	۰/۹۹۳	۰/۸۳۰	۲/۳۵	۰/۵۶۳	۱/۰۸۸	۷/۲۲۸	۴۲۹	۲۷۰/۵
ناورود	۰/۰۳	۰/۱۶۳	۰/۴۱۰	۲/۵۳	۰/۲۱۵	۰/۱۸۸	۷/۴۵۸	۳۱۶	۱۹۹/۲۵۰
لمیر	۰/۰۲	۰/۳۶۸	۰/۳۰۵	۰/۹۹۳	۰/۱۳۸	۱/۲۶	۷/۴۱۸	۱۶۶	۱۰۴/۵
خاله سرا	۰/۰۳	۰/۱۲۳	۰/۲۳۰	۱/۵۳۳	۰/۲۸۰	۰/۱۶۳	۷/۶۷۵	۱۹۶/۷۵	۱۲۳/۷۵
گرگانرود	۰/۰۲۵	۰/۲۴۵	۰/۲۶۸	۱/۲۶۳	۰/۲۰۹	۰/۷۱۱	۷/۵۶۴	۱۸۱/۳۷۵	۱۱۴/۱۲۵
چلوند	۰/۰۱۵	۰/۴۰۳	۰/۳۱۰	۱/۱۹	۰/۳۸۸	۰/۱۶۳	۷/۴۵۳	۱۹۴/۵	۱۲۲/۵
ماکزیمم	۳/۵	۴/۲۵۸۳	۲/۴۹۱۷	۳/۹۵	۵/۱۳۳	۴/۲	۹/۴	۱۱۰۴/۵۸	۶۹۶/۶۶۷
مینیمم	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۰	۰/۱	۰/۷۵	۰/۱۳۷۵	۰/۱۸۷۵	۷/۲۲۷۵	۸/۹۵	۱۰۴/۵

جدول شماره ۴ جدول ماتریس استاندارد شده مقادیر شاخص ها در سال ۱۳۹۰

ماتریس استاندارد	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	سولفات	کلر	اسیدیته	هدایت الکترکی	کل املاح محلول
بابلرود	۰/۰۶۲۵	۰/۰۰۳۹	۰/۰۴۷۱	۰/۲۱۴۳	۰/۱۰۷۸	۰/۰۷۸۱	۰/۹۲۹۶	۰/۰۱۰۷	۰/۱۹۲۵
حویق	۰/۶۲۰۱	۰/۰۲۶۳	۰/۲۴۲۸	۰/۷۲۸۵	۰/۶۵۳۱	۰/۷۸۶۰	۰/۹۵۵۳	۰/۰۴۸۹	۰/۹۰۶۲
چشمه کیله	۰/۰۰۵۰	۱	۱	۱	۰/۰۸۸۷	۰/۵۳۵۷	۰/۷۶۸۹	۱	۰/۶۱۸۳
تجن	۰/۲	۰/۰۰۲۳	۰/۰۴۱	۰/۱۸۹۹	۰/۰۲۶۸	۰/۰۴۴۶	۰/۹۳۴۶	۰/۰۰۸۱	۰/۱۵
سفیدرود	۰/۰۱۴۵	۰/۰۰۶۵	۰/۰۹۹۹	۰/۳۹۲۷	۰/۰۵۹۸	۰/۱۱۷۵	۰/۸۷۷۹	۰/۰۲۰۷	۰/۳۱۹۶
سردابرود	۱	۰/۰۶۶۷	۰/۱۵۳۸	۰/۶۲۵۰	۰/۷۳۳۳	۰/۷۸۹۵	۰/۸۷۰۸	۰/۰۴۳۵	۰/۸۰۳۱
پلرود	۰/۶۳۶۴	۰/۰۱۰۱	۰/۱۲۰۵	۰/۳۱۹۱	۰/۲۴۴۴	۰/۱۷۲۴	۱	۰/۰۲۰۹	۰/۳۸۶۳
ناورود	۰/۵۸۳۳	۰/۰۶۱۵	۰/۲۴۳۹	۰/۲۹۶۴	۰/۶۳۹۵	۱	۰/۹۶۹۲	۰/۰۲۸۳	۰/۵۲۴۵
لمیر	۰/۸۷۵۰	۰/۰۲۷۲	۰/۳۲۷۹	۰/۷۵۵۷	۱	۰/۱۴۸۸	۰/۹۷۴۴	۰/۰۵۳۹	۱
خاله سرا	۰/۵۸۳۳	۰/۰۸۱۶	۰/۴۳۴۸	۰/۴۸۹۴	۰/۴۹۱۱	۱/۱۵۳۸	۰/۹۴۱۷	۰/۰۴۵۵	۰/۸۴۴۴
گرگانرود	۰/۷	۰/۰۴۰۸	۰/۳۷۳۸	۰/۵۹۴۱	۰/۶۵۸۷	۰/۲۶۳۶	۰/۹۵۷۸	۰/۰۴۹۳	۰/۹۱۵۷
چلوند	۱/۱۶۶۷	۰/۰۲۴۸	۰/۳۲۲۶	۰/۶۳۰۳	۰/۳۵۴۸	۱/۱۵۳۸	۰/۹۶۹۸	۰/۰۴۶	۰/۸۵۳۱

جدول شماره ۵ جدول ماتریس استاندارد وزین شاخص‌ها در سال ۱۳۹۰

ماتریس‌استاندارد وزین	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم	سولفات	کلر	اسیدیته	هدایت الکترکی	کل املاح محلول	امتیاز نهایی
بابلرود	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۲۱	۰/۰۲۰۵	۰/۰۱۴۸	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۱۸	۰/۰۳۲۷	۰/۰۸۵۵
حویق	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۵۰	۰/۰۱۴۶	۰/۰۰۷۳	۰/۱۲۴۱	۰/۱۴۹۳	۰/۰۰۹۶	۰/۰۰۸۳	۰/۱۵۴۱	۰/۴۷۸۴
چشمه کیله	۰/۰۰۰۱	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱۶۹	۰/۱۰۱۸	۰/۰۰۷۷	۰/۱۷	۰/۱۰۵۱	۰/۶۶۱۵
تجن	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۱۴	۰/۰۲۵۵	۰/۰۵۶۵
سفیدرود	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳۹	۰/۰۱۱۴	۰/۰۲۲۳	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۳۵	۰/۰۵۴۳	۰/۱۱۱۶
سردابرود	۰/۰۱	۰/۰۱۲۷	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۶۳	۰/۱۳۹۳	۰/۱۵	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۷۴	۰/۱۳۶۵	۰/۴۸۰۱
پلرود	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۳۲	۰/۰۴۶۴	۰/۰۳۲۸	۰/۰۱	۰/۰۰۳۵	۰/۰۶۵۷	۰/۱۷۷۱
ناورود	۰/۰۰۵۸	۰/۰۱۱۷	۰/۰۱۴۶	۰/۰۰۳	۰/۱۲۱۵	۰/۱۹	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۴۸	۰/۰۸۹۲	۰/۴۵۰۳
لمیر	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۵۲	۰/۰۱۹۷	۰/۰۰۷۶	۰/۱۹	۰/۰۲۸۳	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۹۲	۰/۱۷	۰/۴۴۸۳
خاله سرا	۰/۰۰۵۸	۰/۰۱۵۵	۰/۰۲۶۱	۰/۰۰۴۹	۰/۰۹۳۳	۰/۲۱۹۲	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۷۷	۰/۱۴۳۶	۰/۵۲۵۶
گرگانرود	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷۸	۰/۰۲۲۴	۰/۰۰۵۹	۰/۱۲۵۱	۰/۰۵۰۱	۰/۰۰۹۶	۰/۰۰۸۴	۰/۱۵۵۷	۰/۳۹۲۰
چلوند	۰/۰۱۱۷	۰/۰۰۴۷	۰/۰۱۹۴	۰/۰۰۶۳	۰/۰۶۷۴	۰/۲۱۹۲	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۷۸	۰/۱۴۵۰	۰/۴۹۱۲

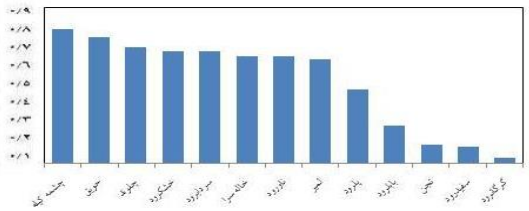
جدول شماره ۶: امتیاز نهایی هر رودخانه و رتبه آن در سال ۱۳۹۰

نام رودخانه	امتیاز نهایی	رتبه	نام رودخانه	امتیاز نهایی	رتبه
چشمه کیله	۰/۶۶۱	۱	لمیر	۰/۴۴۸	۷
خاله سرا	۰/۵۲۶	۲	گرگانرود	۰/۳۹۲	۸
چلوند	۰/۴۹۱	۳	پلرود	۰/۱۷۷	۹
سردابرود	۰/۴۸۰	۴	سفیدرود	۰/۱۱۲	۱۰
حویق	۰/۴۷۸	۵	بابلرود	۰/۰۸۶	۱۱
ناورود	۰/۴۵۰	۶	تجن	۰/۰۵۷	۱۲

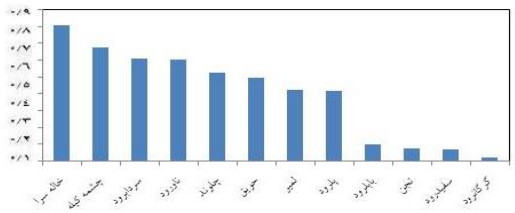
نتایج بررسی وضعیت فاکتورهای فیزیکوشیمیایی رودخانه‌های مورد مطالعه و رتبه هر کدام از آن‌ها با استفاده از مدل وزن‌دهی ساده در طی دوره ۱۰ ساله در جدول ۷ آورده شده است. همان‌گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، رودخانه گرگانرود در تمام سال‌های مورد بررسی رتبه‌ای بهتر از هشتم کسب نکرده و در هشت سال از ده سال آماری نیز رتبه آخر و در مجموع نیز این رودخانه در رتبه آخر قرار گرفته است. رودخانه سفیدرود نیز رتبه‌ای بهتر از رتبه نهم کسب نکرده و در در بیش‌تر سال‌های مورد بررسی در رتبه ماقبل آخر قرار گرفته و به‌طورکلی نیز در رتبه ماقبل آخر قرار گرفته است. بررسی رتبه‌های رودخانه تجن نیز نشان می‌دهد که بهترین رتبه این رودخانه رتبه ششم و بدترین آن رتبه آخر است که در سال‌های اخیر اتفاق افتاده است، به‌طورکلی این رودخانه نیز در رتبه دهم قرار گرفته است. بررسی نتایج در رودخانه بابلرود نشان می‌دهد که بهترین رتبه این رودخانه، رتبه هفتم و بدترین رتبه آن یازدهم در سال ۱۳۹۰ می‌باشد. به‌طورکلی این رودخانه در رتبه نهم قرار گرفته است. رودخانه پلرود نیز در طی ده سال مورد بررسی رتبه‌ای بهتر از ششم کسب نکرده و بدترین رتبه آن نیز رتبه دهم بوده است. البته در اکثر سال‌های مورد بررسی رتبه هشتم به‌دست آورده و مجموعاً نیز در رتبه هشتم قرار گرفته است. بهترین رتبه رودخانه ناورود رتبه سوم و بدترین رتبه آن هفتم می‌باشد به‌طورکلی این رودخانه در طی ده سال مورد بررسی در رتبه‌های میانه قرار گرفته و مجموعاً نیز رتبه هفتم را کسب کرده است، از طرفی بررسی رودخانه‌های چلوند، حویق، سردابرود و لمیر در اکثر سال‌ها در دامنه‌ای بین چهارم تا هفتم متغیر بوده و رودخانه‌های حویق و چلوند فقط در سال ۱۳۸۸ و رودخانه لمیر در سال ۱۳۸۹ رتبه‌های بالایی کسب کرده‌اند و به‌طورکلی این ۴ رودخانه جزء رودخانه‌های دارای وضعیت مطلوب می‌باشند. نهایتاً بررسی نتایج نشان داد که رودخانه‌های خاله‌سرا و چشمه کیله به‌دلیل کسب رتبه‌های بسیار خوب در اکثر سال‌های مورد بررسی به‌ترتیب در رتبه‌های دوم و اول قرار گرفته و جزء مطلوب‌ترین رودخانه‌ها از نظر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی محسوب می‌شوند. نتایج بررسی و رتبه‌بندی رودخانه‌ها در سال‌های مختلف به تفکیک در شکل‌های ۳ تا ۱۲ نمایش داده شده است.

جدول شماره ۷: رتبه رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر به تفکیک در دوره ۱۰ ساله آماری (۱۳۹۱-۱۳۸۲)

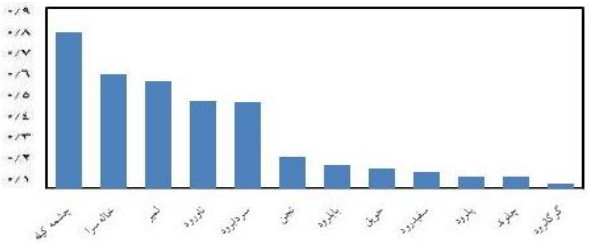
نام رودخانه	گرگانرود	سفیدرود	تجن	بابلرود	پلرود	ناورود	چلوند	حویق	سردابرود	لمیر	خاله‌سرا	چشمه‌کیله
رتبه در سال ۸۲	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۶	۳	۲	۴	۷	۵	۱
رتبه در سال ۸۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۴	۵	۶	۳	۷	۱	۲
رتبه در سال ۸۴	۱۲	۹	۶	۷	۱۰	۴	۱۱	۸	۵	۳	۲	۱
رتبه در سال ۸۵	۱۲	۱۱	۹	۱۰	۸	۶	۵	۴	۷	۳	۲	۱
رتبه در سال ۸۶	۱۲	۱۰	۱۱	۹	۸	۳	۶	۷	۲	۴	۱	۵
رتبه در سال ۸۷	۱۲	۱۰	۱۱	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۲	۱	۳
رتبه در سال ۸۸	۱۲	۹	۸	۷	۶	۵	۱۰	۱۱	۳	۴	۱	۲
رتبه در سال ۸۹	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۶	۷	۳	۲	۴	۸	۱	۵
رتبه در سال ۹۰	۸	۱۰	۱۲	۱۱	۹	۶	۳	۵	۴	۷	۲	۱
رتبه در سال ۹۱	۱۱	۱۰	۱۲	۹	۸	۶	۲	۳	۶	۵	۱	۴
رتبه نهایی	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱



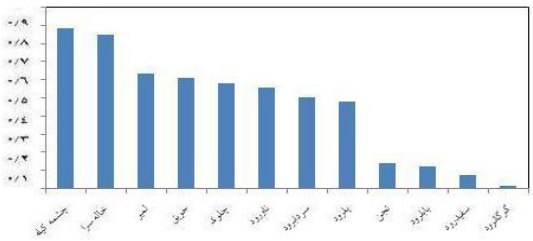
شکل ۳: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۲



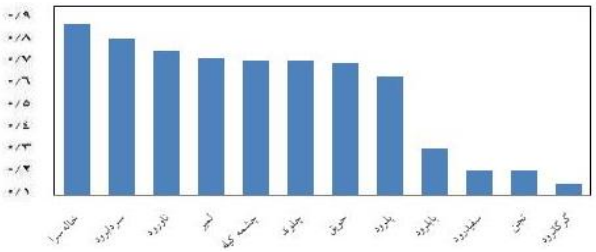
شکل ۴: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۳



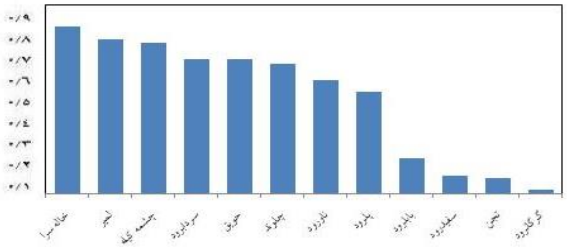
شکل ۵: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۴



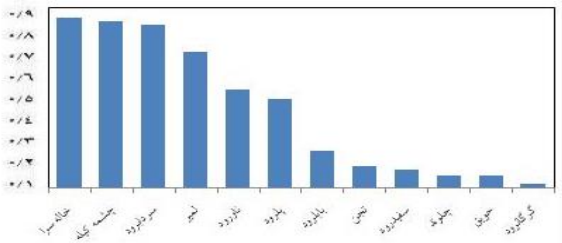
شکل ۶: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۵



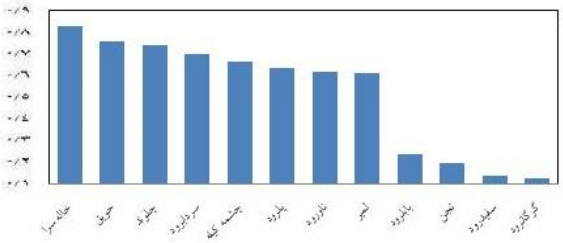
شکل ۷: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۶



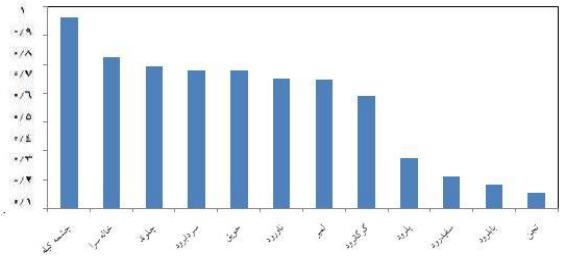
شکل ۸: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۷



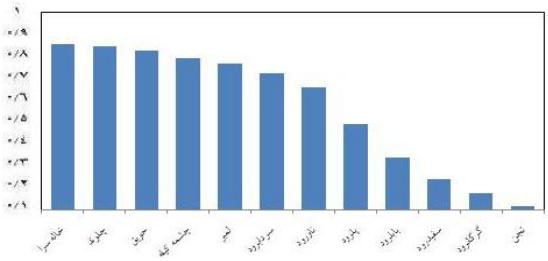
شکل ۹: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۸



شکل ۱۰: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۸۸۹

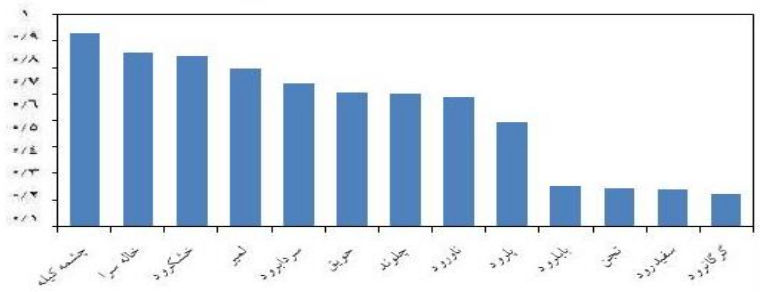


شکل ۱۱: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۹۰



شکل ۱۲: رتبه‌بندی رودخانه در سال ۱۳۹۱

در نهایت با توجه به این‌که این بررسی در یک‌دوره ده ساله صورت گرفت و هر یک از رودخانه‌ها در هر سال رتبه خاصی را کسب نمودند، لذا به‌منظور تعیین رتبه نهایی هر رودخانه با توجه به روند ده ساله، از روش میانگین رتبه‌ها برای این منظور استفاده گردید. این روش میانگین حسابی رتبه‌های به‌دست آمده را از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره تعیین می‌نماید.



شکل ۱۳: رتبه‌بندی نهایی رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر به تفکیک در دوره ۱۰ ساله آماری (۱۳۹۱-۱۳۸۲)

بحث

بررسی نتایج نشان می‌دهد که رودخانه گرگانرود از نظر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در وضعیت بسیار نامطلوب قرار داشته، به‌طوری‌که در بین سیزده رودخانه مهم شیلاتی حاشیه جنوبی دریای خزر که در آن‌ها رهاسازی بچه‌ماهیان سفید صورت می‌گیرد، رتبه آخر را کسب نموده و در هیچ سالی از دوره زمانی مورد بررسی رتبه‌ای بهتر از هشتم را کسب ننموده است. این نتیجه کاملاً با نتایج حاصله از تحقیقات گوهردوست و همکاران (۱۳۸۹) و شاپوری و همکاران (۱۳۸۹) هم‌خوانی داشته و نتیجه تحقیقات آن‌ها را تائید می‌نماید که وضعیت کیفی آب این رودخانه مناسب نمی‌باشد، این موضوع می‌تواند به‌دلایل متعددی ارتباط داشته باشد، می‌توان گفت که این رودخانه تنها رودخانه مهم استان گلستان است که حوضه آبریز آن به‌دلیل گستردگی زیاد در معرض تعارضات زیادی از قبیل شهر، روستا، کشاورزی و صنایع قرار گرفته است و این عوامل در کنار نامطلوب بودن شرایط جوی از نظر بارندگی و خشکی هوا، نسبت به دو استان دیگر در شرایط نامطلوبی قرار بگیرد. هم‌چنین نتایج نشان داد که رودخانه سفیدرود، تجن و بابلرود نیز دارای وضعیت مناسبی نبوده و به‌ترتیب در رتبه‌های یازدهم، دهم و نهم قرار گرفته‌اند، نکته مهمی که در ارزیابی این رودخانه‌ها می‌توان بیان نمود این است که روند آلایندگی این رودخانه‌ها و بالا بودن غلظت عناصر فیزیکی و شیمیایی به‌حدی است، که رتبه این رودخانه‌ها تقریباً یکسان بوده و در دامنه‌ای بین هشتم تا یازدهم قرار گرفته‌اند. این موضوع نشان‌دهنده این است که در تمام طول مدت زمان سال‌های مورد بررسی خصوصاً در زمان رهاسازی بچه‌ماهیان سفید وضعیت رودخانه‌ها نامناسب می‌باشد. نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات میرمشتاقی و همکاران (۱۳۹۰)، دریکوند و فرجی (۱۳۸۹) و موسوی و همکاران (۱۳۸۸) که وضعیت رودخانه‌های سفیدرود و تجن را نامناسب اعلام نموده کاملاً منطبق بوده و هم‌خوانی دارد. هم‌چنین نتایج این بررسی با نتیجه تحقیقات واردی (۱۳۸۴) هم‌خوانی کامل داشته و وضعیت نامناسبی رودخانه تجن را در زمان رهاسازی بچه‌ماهیان سفید تائید می‌نماید. از طرفی نتیجه این تحقیق نشان داد که رودخانه سردآبرود دارای وضعیت متوسطی از نظر فاکتورهای فیزیکو شیمیایی بوده و در طی سال‌های بررسی شده وضعیت تقریباً مناسبی دارد. کاظم‌نژاد و همکاران (۱۳۸۹) نیز با بررسی وضعیت کیفی این رودخانه نیز این موضوع را تائید نموده‌اند. نهایتاً نتایج نشان داد که رودخانه چشمه‌کیله و خاله‌سرا بهترین رودخانه‌ها از نظر فاکتورهای فیزیکو شیمیایی در زمان رهاسازی بچه‌ماهیان سفید در سال‌های مورد بررسی می‌باشند این موضوع در تحقیقی که توسط عباس‌پور و همکاران (۱۳۹۱) انجام شد به تائید رسیده و وضعیت کیفی رودخانه چشمه‌کیله را بسیار مناسب اعلام نموده است. به‌عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان بیان نمود که هرچه از جهت غرب به شرق از استان گیلان به سمت استان گلستان حرکت شود شدت آلایندگی رودخانه‌ها افزایش می‌یابد. شاید این موضوع به بالا بودن دبی رودخانه‌ها در غرب به‌دلیل شدت نزولات جوی ارتباط داشته باشد که نیاز به انجام مطالعات میدانی بیش‌تر و بررسی دقیق‌تر این موضوع می‌باشد. نکته مهم دیگر که در این میان یک استثناء تلقی می‌شود، رودخانه سفیدرود است که علی‌رغم کیفیت نسبتاً خوب سایر رودخانه‌های استان گیلان، در بیش‌تر سال‌های مورد بررسی وضعیت خوبی برخوردار نبوده است. پر واضح است که نتایج تحقیق آلایندگی بالای برخی از مهم‌ترین رودخانه‌های حاشیه جنوبی دریای خزر را هشدار می‌دهد و بر آن موضوع تاکید دارد که رودخانه‌ها درست در زمانی که به رها سازی بچه‌ماهیان سفید پرداخته می‌شود، از وضعیت کیفی خوب برخوردار نبوده و شرایط برای سازگاری بچه‌ماهی با محیط فراهم نمی‌باشد، لذا هرساله میزان بازسازی ذخایر دریای خزر روند کاهشی را نشان می‌دهد (فضلی، ۱۳۸۷)، بنابراین به‌منظور بررسی دقیق عوامل موثر بر آلودگی رودخانه‌ها نیاز به انجام

تحقیقاتی است، که مشتمل بر بازدید میدانی بوده و تمام عوامل اقلیمی، جغرافیایی و زمین‌شناسی و ... را در بر داشته باشد.

منابع

۱. **خانی‌پور، ع. و ولی‌پور، ر.، ۱۳۸۸.** ماهی‌سفید جواهر دریای خزر. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۴ صفحه.

۲. **دریکوند، ا. و فرجی، س.، ۱۳۸۹.** بررسی و مطالعه کیفیت آب رودخانه سفیدرود از دیدگاه توان خودپالایی رودخانه. چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی و مهندسی محیط زیست. تهران. ۶ صفحه.

۳. **شاپوری، م.؛ ذوالریاستین، ن. و آذرباد، ح.، ۱۳۸۹.** ارزیابی سریع کیفیت آب رودخانه گرگانرود بر پایه شاخص‌های زیستی. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی. سال ۵، شماره ۳، صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۹.

۴. **عباس‌پور، ر.؛ حسن‌زاده، ح.؛ هدایتی‌فرد، م. و مسگران کریمی، ج.، ۱۳۹۱.** ارزیابی شاخص زیستی و کیفیت آب رودخانه چشمه‌کیله شهرستان تنکابن با استفاده از جوامع حشرات آبزی کفزی، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. اداره کل پدافند غیر عامل (وزارت کشور)، پژوهشکده سوانح طبیعی.تهران.

۵. **علیانی، ا.؛ بانژاد، ح.؛ صمدی، م.؛ رحمانی، ع. و ساقی، م.، ۱۳۸۹.** ارزیابی کارایی شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی شاخص‌های کیفی آب رودخانه دره‌مرادبیک همدان. مجله دانش آب و خاک. جلد ۱۰، شماره ۳، صفحات ۱۹۹ تا ۲۱۰.

۶. **فضلی، ح.، ۱۳۷۸.** بررسی کمی و کیفی رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری رهاسازی شده به‌رودخانه‌های استان مازندران و گلستان در سال ۱۳۷۸. مرکز تحقیقات شیلات مازندران. ۷۸ صفحه.

۷. **کاظم‌نژاد، ف.؛ صفایی، ح.؛ پاشا، م. و کاظم‌نژاد، ع.، ۱۳۸۹.** بررسی منابع آلاینده رودخانه سردآبرود. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی. سال ۵، شماره ۲، صفحات ۱۰۱تا ۱۱۰.

۸. **کریمی، د. و عطری، ش.، ۱۳۸۲.** همایش راهبردهای توسعه پایدار در بخش‌های اجرایی کشور. سازمان حفاظت محیط زیست. تهران.

۹. **گوهردوست، ا.؛ سعدالدین، ا.؛ اونق، م. و نجفی‌نژاد، ع.، ۱۳۸۹.** ارزیابی وضعیت کیفی آب رودخانه گرگانرود با استفاده از شاخص کیفیت آب و استاندارد کیفیت آب ایران. همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری.

۱۰. **میرمشتاقی، م.؛ امیرنژاد، ر. و خالدیان، م.، ۱۳۹۰.** بررسی کیفیت آب رودخانه سفیدرود و پهنه‌بندی آن با استفاده از شاخص‌های کیفی NSFWQI و OWQI. فصلنامه علمی پژوهشی تالاب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. صفحات ۲۳ تا ۳۴.

۱۱. **موسوی، ر.؛ زارع، ح. و معروفی، ص.، ۱۳۸۸.** ارزیابی کیفیت آب و تیپ هیدروشیمیایی رودخانه‌های نکا، تجن و سفیدرود از نظر شرب و کشاورزی. همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع‌طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری.

۱۲. **نصیراحمدی، ک.؛ یوسفی، ذ. و ترسلی، ا.، ۱۳۹۱.** پهنه بندی کیفیت آب رودخانه هراز براساس شاخص NSFWQI. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. دوره ۲۲، شماره ۲۹، صفحات ۶۴ تا ۷۱.

۱۳. **واردی، ا.، ۱۳۸۴.** طبقه‌بندی و تعیین کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه تجن. ششمین همایش علوم و فنون دریایی. مرکز علوم جوی و اقیانوسی. تهران.

14. **Berg, L.S., 1946.** Fresh water fish of U.S.S.R and adjacent countries. Israel program for scientific translation, Jerusalem. Vol. 1-3, 345 p.

15. **Curtis, G., 2001.** Oregon water quality indexes a tool for evaluating water quality management effectiveness. American Water Resources Association. Vol. 37, No. 1, pp: 76-83.

16. **Eduardo, B.C.; Alejandro, C.M. and Ernesto, V.F., 2010.** Probabilistic index and a general quality index. The case of the Confederacies Hydrographical and Ecological Indicators. Vol. 10, No. 5, pp: 1049-1054.

17. **Haiyan, W., 2002.** Assessment and prediction of overall environmental quality of Zhuzhou City, Hunan Province, China. Environmental Management. Vol. 66, pp: 329-340.

18. **Holcick, D., 1995.** New data on the ecology of *kutum, Ruitilus Frissi* from the Caspian Sea. Ecology of Freshwater fish. Vol. 4, No. 4, pp: 175-179.

19. **Hwang, C.L. and Yoon, K., 1981.** Multiple Attribute Decision Making Methods and Application: A State of the Art Survey. Berlin. Springer-Verlag. 217 p.

20. **Jianhua, W.; Lu, X.; Tian, J. and Jiang, M., 2008.** Fuzzy Synthetic Evaluation of Water Quality of Naoli River Using Parameter Correlation Analysis. Chinese Geographical Science. Vol. 18, No. 4, pp: 361-368.

21. **Liu, L.; Zhou, J.; Anc, X.; Zhangb, Y. and Yang, L., 2010.** Using fuzzy theory and information entropy for water quality assessment in Three Gorges region, China. Expert Systems with Applications. Vol. 37, pp: 2517-2521.

22. **Sargaonkar, A. and Deshpande, V., 2003.** Development of an Overall Index of pollution for surface waterb based on a general classification scheme in Indian context. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 89, No. 1, pp: 43-67.

23. **Simeonov, V.; Stratis, J.A.; Samara, C.; Zachariadis, G.; Voutsa, D. and Antheridia, A., 2008.** Assessment of the surface water quality in Northern Greece. Water Resources. Vol. 37, pp: 4119-4124.